

La Vida Secreta De Los Árboles: espacios escénicos sincronizados y naturalezas reactivas (Game of Life 1970 versión Alicante 2017).

Jose Carrasco Hortal (1); Francesc Morales Menárguez (1); Salvador Serrano Salazar (1); Mark-David Hosale (2); Friso Gouwetor (3)

Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos, Universidad de Alicante (1);

Department of Computational Arts, School of the Arts, Media, Performance & Design, York University (Toronto) (2) Technische Universiteit Delft (The Netherlands) (3)

Resumen

Esta comunicación explica un experimento de colaboración y exploración de límites docentes disciplinares en arquitectura y artes computacionales llevado a cabo por tres universidades (York, Tu-Delft y Alicante) mediante la puesta en servicio de espacios escenográficos interactivos formados por visitantes, árboles artificiales y tecnologías reactivas que emulaban el modo de comunicación de hongos que conectan raíces bajo tierra.

Durante cuatro meses que duró la experiencia, se produjeron aprendizajes en recursos de programación provenientes de la creación escenográfica musical contemporánea; en recursos gráficos y de fabricación digital para impresora 3D; en diseño de componentes; en programación mediante Arduino; en interfaces como el “Game of Life” para explicar el proyecto en clave de partículas que cooperan.

Respaldos teóricos como la arquitectura de la contingencia, lecturas como “la vida secreta de los árboles” de Wohlleben y prácticas performativas como “A-volve” de Mignonneau y Sommerer o “Hylozoic series” de Philip Beesley acompañaron el taller. Objetivos últimos de esta práctica docente son la comprensión de modos de cooperar de las comunidades; la comunicación sincrónica entre espacios escénicos; el énfasis en los procesos de diseño; y la búsqueda de fórmulas para reducir el encapsulamiento de aprendizajes del modelo Bolonia.

Palabras clave: workshop performativo; agent-based biomodelling; Game of Life; docencia transversal; Sommerer.

1. Introducción

“Cuando un árbol está enfermo, o algún leñador desaprensivo lo ha talado, la gran comunidad de semejantes que lo rodea, lo ayuda, lo mantiene vivo por medio de esa red que vibra debajo de la tierra. Incluso cuando el leñador haya dejado solo la base del tronco, una porción mínima de lo que ese árbol había sido, la comunidad puede mantener con vida ese muñón durante décadas...” (Solé, 2017) En el ejemplo de la figura 1, el hongo de la parte central de la imagen se crea gracias a la conexión de raíces de ambas especies y tendrá más posibilidades de supervivencia respecto del que se ve en el margen izquierdo de la misma. Para Wohlleben, autor del best-seller “La vida secreta de los árboles”, los árboles se comunican, comparten nutrientes y se protegen, todo ello mediante señales eléctricas y una compleja interacción simbiótica en el subsuelo (Fig. 1a, Wohlleben, 2016).

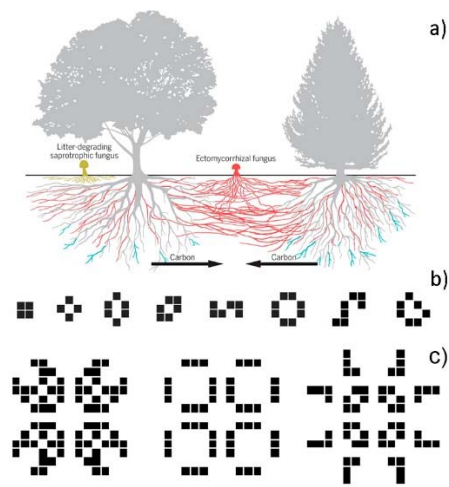


Figura 1. Transferencia de carbono en micorrizas (Hartmann 2016) (a); Game of Life, agregaciones celulares (bloque, tubo, colmena... b); 3 fases CP-pulsar (c). (Schiff, 2011).

En términos de complejidad biológica se piensa a la vez en individuos y en comunidad. Por ejemplo, las hormigas no explican por sí solas el hormiguero (Solé, 2011, p.15). En este sentido, las micorrizas y hongos que conectan raíces de especies arbóreas constituyeron la metáfora conceptual y fueron el componente inspirador (en sus múltiples expresiones) de un espacio de simulación e inmersión sensorial sobre el que trata esta comunicación. El comportamiento de las micorrizas es también ejemplo de una manera de pensar la arquitectura a partir de sus elementos básicos y que necesita de la interacción entre ellos para tomar sentido. De este modo, explicar cómo viajan datos digitales en espacios escénicos en Alicante y Toronto monitorizados desde equipos en ambas universidades; explicar cómo los píxeles/células emulan a visitantes reales y a hongos virtuales en el entorno de programación Max/MSP; y explicar cómo la interacción entre las anteriores partículas se traduce en impulsos eléctricos en el cableado led a modo de savia digital de árboles paramétricos artificiales, serán objetivos de este texto.

Esto se ha realizado en el marco de un taller en la UA, en varias fases durante el segundo cuatrimestre del curso 2016-2017. Se ha llamado “La vida secreta de los árboles” en reconocimiento al libro de Wohlleben y ha permitido que colaboraran alumnos de 5º del Grado en Arquitectura y otros de “Tecnología” en TU-Delft y de “Designing Interactive Objects” en la York University de Toronto en Canadá.

2. Antecedentes

El comportamiento emergente de partículas lleva varias décadas tomando forma y simulándose mediante interfaces digitales de origen biomatemático llamados “Game of Life” en los cuales se observa cómo células (píxeles) nacen, crecen, se desplazan, se reproducen o mueren (Fig. 1b-c) mediante algoritmos paramétricos para simular lo esporádico o indeterminado de comunidades formadas por individuos (especies desjerarquizadas como bandadas, bancos, colonias, etc.). El juego funciona con reglas básicas biológicas (vivir, morir, reproducirse) y sociales (las cosas ocurren en función de la posición y número de las células vecinas, Gardner, 1970). En los primeros años, algunas instalaciones cibernéticas ya se atrevían a conectar robots con plantas vivas. Por ejemplo, “Squat” de Tom Shannon: “cuando el visitante tocaba la planta,

el potencial eléctrico del cuerpo humano se veía reforzado y se transmitía al robot, el cual empezaba a moverse y a producir sonidos” (Witzgall, 2011, p.34).

¿A qué arquitectura es fácil aproximarse gracias a estas prácticas? Probablemente, a una que admite proyectar con acontecimientos y en la que prima lo háptico ante lo geométrico, superficial y formal (teoría contingente, Addington, 2010); interesada por la ambigüedad de estados transitorios de la materia en sustancias vivas y no vivas; que ayuda a cruzar dominios ontológicamente discretos como son sujeto versus objeto, cultura versus naturaleza, humano versus animal, orgánico versus mecánico (teoría de sistemas); y que imbrica cuerpos, máquinas, código, discursos y espacio (teoría posthumanista, Beesley *et al.* 2010, p. 58).

Originario de Toronto, Philip Beesley lleva años investigando estos conceptos mediante instalaciones llamadas hilozoicas porque toman su nombre de una doctrina metafísica de la escuela jónica y estoica de la antigua Grecia, la cual consideraba a la materia no solo como activa sino también como viviente, esto es, dotada de espontaneidad y sensibilidad (fig. 2b). En ellas trabaja taxonomías (poros, ondas peristálticas, bombas de aire, moho...) acopladas a la naturaleza (p.e. en “grounds a partir de sistemas de piezas articuladas”, fig. 2a), explorando sensorialidades como la ecolocalización de delfines o murciélagos para detectar la presencia de obstáculos y presas.

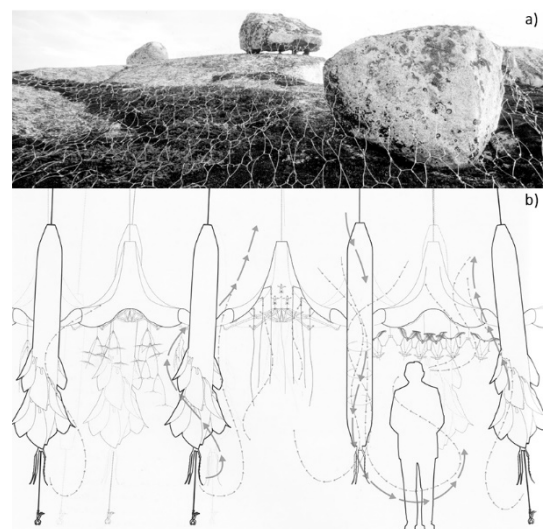


Figura 2. Philip Beesley: “erratic nets” en “hylozoic soil” (a); ciclo de respiración del proyecto “hylozoic ground” (b).

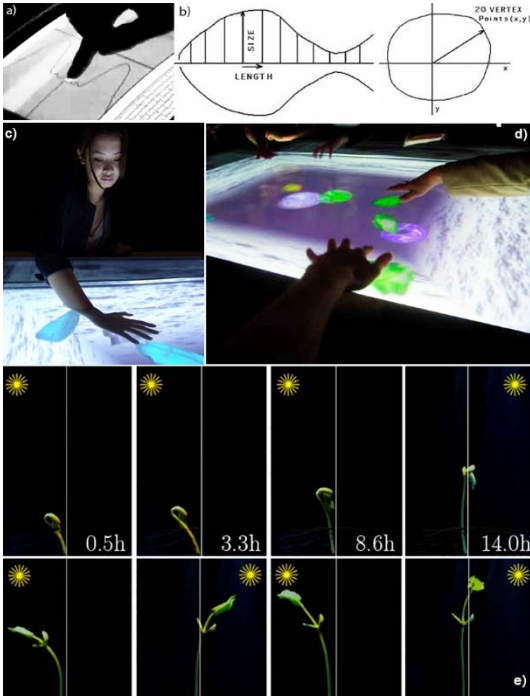


Figura 3. “A-Volve”. Procesos gráficos generativos (a,b); espacio háptico digital (c,d) (Sommerer y Mignonneau, 1994-1997); Ocho instantes de crecimiento de un haba (“Flora Robotica”) (e) (Hamann *et al.*, 2015).

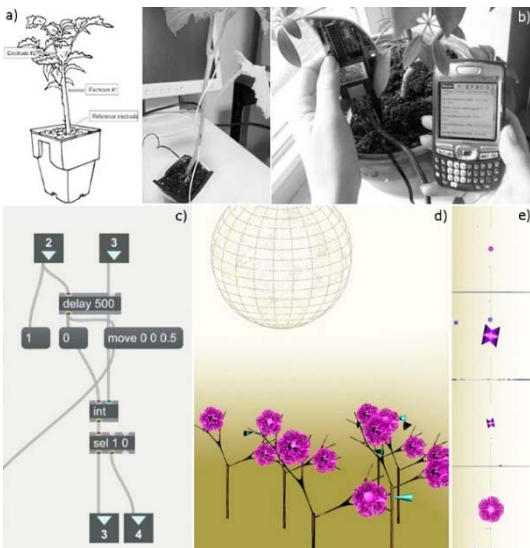


Figura 4. Internet de las cosas: sensores para el estado de plantas (a); la planta “responde y llama” al cuidador (b); en Max/msp, el agente se para al encontrar alimento (c); visualización general (d); fases de semilla, flor, fruto (e).

Esta arquitectura contingente interpreta lo tecnológico como algo ensamblado de manera muy natural en las vidas humanas, como cuando el antropólogo Ingold se refiere a la silla donde se sienta o el bolígrafo con el que escribe: “...*me concentro en mi escritura, no en mi bolígrafo; miro la hora, no a mi reloj... puedo usar estos y otros dispositivos muy próximos a mí sin dificultad, justo en el punto en que desaparecen como objetos...*” (Ingold, 2000, p. 406); también favorece la codificación y seguimiento de entidades, objetos, humanos y no humanos en sistemas conectados en red (“internet de las cosas”, ver fig. 4a-b); y ayuda a explorar las llamadas condiciones de frontera (“boundary conditions”), lo que en términos de ciencias físicas se refiere a los espacios en los cuales se producen cambios, se equilibran presiones superficiales o se combinan moléculas.

Primer ejemplo: Mignonneau y Sommerer, profesores en la Interface Culture Lab de Linz, diseñaban a mediados de los 90s instalaciones entendidas como ecosistemas virtuales poblados de criaturas aparentemente vivas cuyo crecimiento y evolución dependía de decisiones tomadas por los visitantes en tiempo real. En la instalación A-Volve (1994-1997), la proyección de una balsa de agua sobre una pantalla táctil horizontal y de gran formato generaba una experiencia muy verosímil de hacer nacer, crecer, reproducirse a criaturas que nadaban en una especie de agua digital de naturaleza extraña (fig. 3, c-d). Un interfaz táctil ayudaba en un primer momento a que el visitante trazara dos contornos planos, un alzado y una sección (fig. 3, a-b). A continuación, unos algoritmos establecían la forma inicial de la criatura, su conducta y los tipos de movimientos, suaves y naturales. Las criaturas disponían de un código genético que se transmitía a nuevos organismos. Estos tenían misiones (p.e. combatir, mutar, alimentarse, adaptarse o sobrevivir) como en la biología evolutiva colmada de reglas de tutela, cuidado o rechazo. La escena de fondo de la balsa, a modo de pozo cuadrangular, es equiparable a los universos virtuales que veinte años después se iban a establecer como espacios de juego en el Max-MSP. Otros trabajos suyos como “Eau de Jardín”, “Interactive plant growing” o “Mobile feelings” resultaron también fértiles para entender el binomio realidad-virtualidad y extender la experiencia a más dominios sensoriales (Mignonneau y Sommerer, 2005 y Altaíó, 2011).

Segundo ejemplo: “Flora robótica”, un proyecto contemporáneo financiado con fondos europeos que integra robots y naturalezas vegetales para mejorar

ambos dominios (algunos investigadores lo llaman “sociedades mixtas”), produciendo híbridos en busca de comportamientos adaptativos tales como la automatización de cuidados, el control de plagas o la incorporación de fito-sensores en el diseño arquitectónico. Y, para estos investigadores, ¿de qué sirve monitorizar el crecimiento de un haba (*Phaseolus vulgaris*) ante fuentes de luz alternas? (Fig. 3e). Entre otras cosas, para entrenar al investigador en las representaciones multiescalares complejas, esas que combinan escalas de tiempo y comportamiento (“time scale and behavior scale”) comprimiendo ciclos naturales extensos.

3. Desarrollo

3.1. Fase 1, febrero 2017. Alicante.

El primer taller sirvió para que los estudiantes de Alicante conocieran cómo el lenguaje de programación Max/MSP trabaja a partir de sonido, valores cromáticos o series de datos para condicionar agentes (partículas en términos de inteligencia artificial) de espacios virtuales produciendo materiales visibles y audibles finales. El Max/MSP es un entorno multimedia creado en 1986 por el IRCAM, centro de creación electroacústica en París, para ser usado en producciones escenográficas en las que se necesitaba sincronizar sonido (MSP) y video (Jitter).

Algunos objetivos del taller fueron: llevar al espacio Max objetos paramétricos de Rhino o Grasshopper; y diseñar un ciclo de vida virtual (objetos-frutos que nacen, maduran y marchitan) cuyas fases estuvieran condicionadas por variables y datos complejos.

También se trataba de educar a los estudiantes en una manera de enfrentarse al espacio programable virtual a partir de controlar pequeñas definiciones en el espacio 3D cartesiano (desplazamiento y cambios de estado) sujetos a intervalos temporales. Por ejemplo, en la primera versión de aprendizaje, el “agente” (criatura digital que parece volar) se mueve en bucle de ascenso, descenso y parada hasta encontrar su “alimento” (atractor) (Fig. 4d). El crecimiento y límites de vida de este fruto dependerá de la proximidad e interacción de los agentes (Fig. 4e). Las definiciones de Max/MSP, en un formato vertical equiparable a un Grasshopper, resolvían estas condiciones topológicas (Fig. 4c).

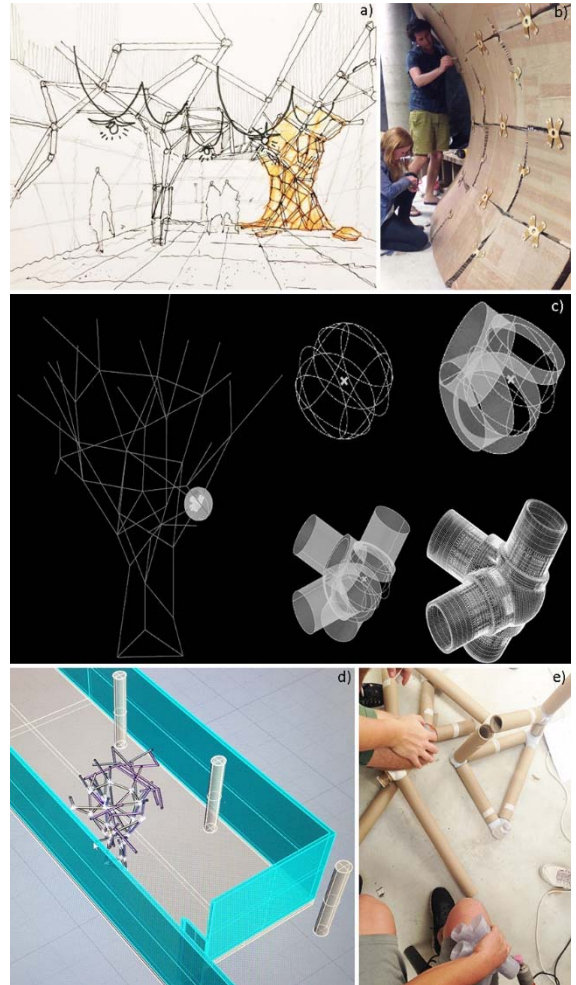


Figura 5. Fase 2, esquema (a); paneles (b); alambre e impresión 3D, nudo de cuatro ramas (c); modelo de espacio en UA (d); inicio de ensamblaje de tubos (e).

3.2. Fase 2, abril 2017. Alicante, Delft y Toronto.

Consistió en un taller para construir en unos pocos días los elementos primarios (árbol de tubos de cartón y pared curva de paneles de cartón de nido de abeja) de la versión artificial de un espacio de inmersión sensorial, segundo paso para trabajar interacciones digitales con un laboratorio equivalente ubicado a varios miles de kilómetros, en el aula transmedia de la Escuela de Media Arts en la Universidad de York, Toronto. Esta fase del trabajo la llevaron a cabo una treintena de estudiantes de la escuela de TU-Delft tanto en la escuela de origen como en Alicante, colaborando profesores y estudiantes locales.

Este taller sirvió para experimentar vínculos básicos y de última generación entre dibujos paramétricos y otros de producción 3D conectados a impresora 3D para los nudos y mesa “flex-mould” para los paneles de nido de abeja con doble curvatura; un contraste tecnológico llamativo vino cuando se usaron pequeños electrodomésticos como planchas para calentar y deshacer la cola superficial en los paneles de nido de abeja que debían curvarse (ver Fig. 5 y 6).

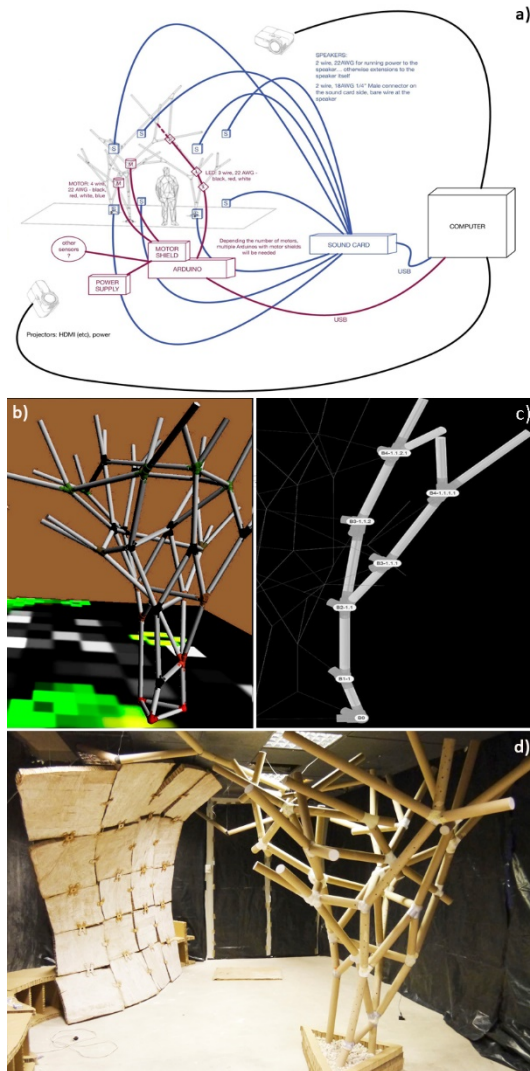


Figura 6. Diagrama de componentes multimedia (proyectores, tarjeta de sonido, Arduino y motores) se conectan; espacio virtual Max-MSP (b); numeración y fabricación de nudos (c); espacio real en Alicante, fase 2 (d).

En esta fase de trabajo, el árbol centraría los esfuerzos

de diseño y fabricación digital. Para ello se escogieron tubos de cartón de sección constante y longitud variable y un tipo de nudo hueco impreso en 3D que permitiría el paso de cableado multimedia.

En una primera versión, dicho árbol se generaría mediante un proceso de diseño evolutivo llamado DLA (Agregación Limitada por Difusión), gracias al cual una estructura topológica se va ramificando (define un crecimiento por niveles) debido al encuentro con partículas con trayectoria y velocidad en un universo envolvente (Serrano *et al.* 2017). En la versión definitiva, el software Grasshopper ayudó a controlar todo el proceso y seleccionar encuentros entre barras, descartar ángulos incompatibles con la fabricación digital o barras demasiado cortas con entronques imposibles de resolver geoméricamente, entre otras cuestiones. Las líneas de cableado LED y otras dimensiones electroacústicas fueron diseñadas, programadas y fabricadas por estudiantes de la escuela de York, Toronto bajo la dirección del ingeniero y músico Mark-David Hosale.

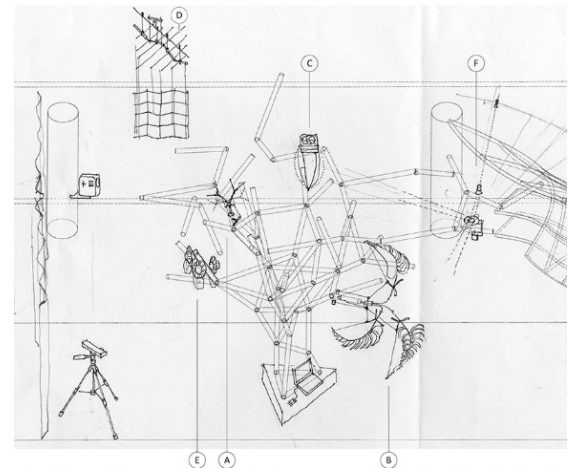


Figura 7. Situación real de los componentes diseñados por estudiantes UA en la fase 3, junto con dispositivos de detección de personas (Kinect-One) y proyector.

3.3. Fase 3, mayo 2017. Alicante y Toronto.

El trabajo de esta fase concluyó coincidiendo con el día Internacional de los Museos cuyo lema en 2017 era “Decir lo indecible”. En base a éste, el experimento de los estudiantes pretendía sentir la presencia de otros distantes y, en concreto, explorar la interacción sin recursos audiovisuales populares como el Skype o Messenger de los visitantes de las instalaciones simultáneas en Alicante y Toronto.

La gran estructura del paisaje artificial-natural se completó con los injertos y tecnologías diseñados y fabricados por estudiantes de arquitectura de Alicante (ver fig. 7).

El resumen de cada uno de los seis es el siguiente:

3.3.1 “Esquejes” (Pedro de Lera Garrido, UA). La Kinect leía la presencia de humanos para activar el movimiento de este dispositivo cinético de ramas y cuerdas al final de una de los tubos (ver fig. 7a).

3.3.2 “Helechos” (Belén Jaquero Peña, UA). Aquí los agentes simulaban ser abejas en busca de alimento en frutos y flores. Con la sala vacía, las hojas helechosas transparentes se mecían suavemente mediante servomotores; con personas, el sistema empezaba a recoger hilo hasta flexionar el peciolo central y torsionar los planos laterales de soros, replicando el movimiento del “pájaro del paraíso” (*Strelitzia Reginae*) o de la mimosa (*mimosa púdica*) (ver fig. 7b y 8).

3.3.3 “Pétalos respirando” (Angela Shepherd Diaz, UA). El Arduino establecía un ciclo de inspiración-expiración de diez segundos con la ayuda de dos ventiladores solapados e inversos. En esta modalidad sencilla, el pétalo simulaba respirar. Se trataba del grado de interacción mínimo. (ver fig. 7c).

3.3.4 “Batir de olas” (Israel Pastor Ramos, UA). Aquí los visitantes, cuyas voces se recogían con un micrófono, modificaban en tiempo real una malla virtual en el MAX-MSP y una malla analógica de pequeñas barras articuladas suspendidas del techo. El movimiento y la posición relativa de los vértices generaban un paisaje sonoro nuevo, una especie de ruido blanco que recordaba el batir creciente de olas (ver fig. 7d).

3.3.5 “Frutos marchitando” (Daniel Sejas, UA). Una rama cuyos componentes simulaban el proceso de maduración de frutos en árboles de la huerta trataba de expresar procesos que no son tan evidentes por su duración (el ser vegetal que nace, florece, se poliniza por viento o abejas, se convierte en fruta, produce semillas y luego marchita) o por la intermitencia en la acción humana (los cuidados para sembrar, regar, limpiar y recolectar, entre otros). La hipótesis de partida en este trabajo era que al desarrollo de una fruta hasta alcanzar el momento de aroma y sabor (ripening) le continúa el envejecimiento mediante cambios de textura y color, modificación de azúcar, acidez y peso, etc. Esto llevó al alumno a producir

varios modelos con materiales y diseños de nudos en los que implementar cambios de forma gracias a acciones simples como recoger una cuerda en un rodillo. Se consiguió que giros y rotaciones en la piel de plástico del vaso o botella simulasen ser el fruto que caía, se arrugaba y cambiaba de color mediante leds RGB (verde para el fruto inmaduro, amarillo para el tránsito hacia la maduración, rojo para el envejecimiento).

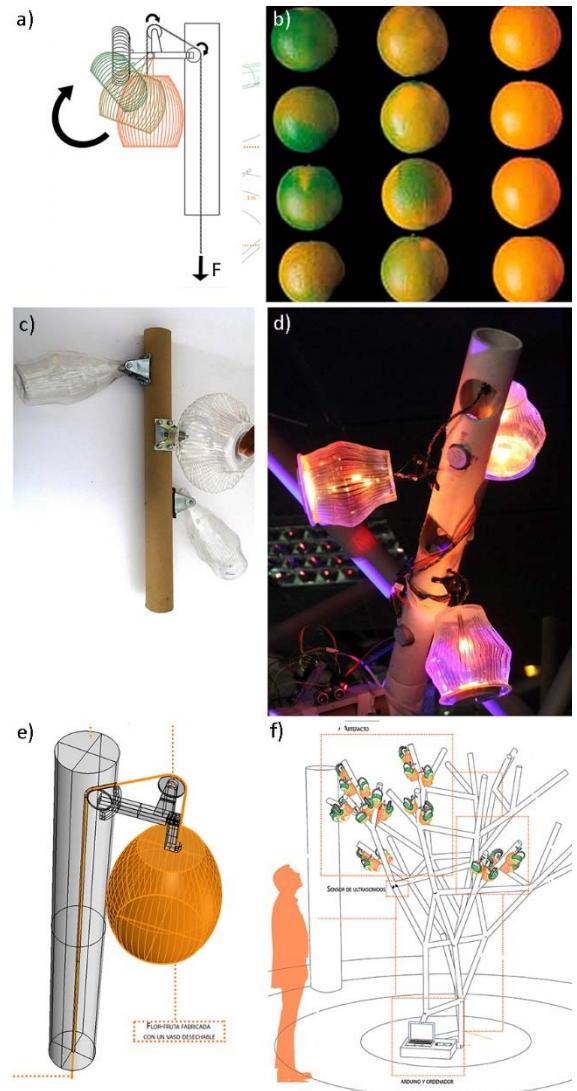


Figura 8. Rama con frutos: extensión y giro (a); cromatismo por maduración (b); bisagra industrial (c) y 3D (d); tracción interior (e); conjunto (f). (Daniel Sejas, est. de arquitectura).

Tanto la transición del color como el movimiento del rodillo eran regulados mediante una placa de Arduino con sensor de presencia. (ver Fig. 7e, 8). Se usó un motor de pasos para conseguir movimientos angulares incrementales. Se tantearon formas de vaso o botella hasta seleccionar la que menos resistencia a la combadura ejerciera en las esbeltas láminas plásticas (cortes paralelos) de pared lateral de los vasos. Versión futura: explicado en el marco del internet de las cosas, el artefacto funcionaría como un indicador de las condiciones reales del proceso de maduración de una cosecha.

3.3.6 “La luz del siete por ciento” (Daniela Paunache, UA). Hipótesis de partida: en noches de penilunio, se considera que el 7% es la cantidad promedio de luz reflejada por la luna, suficiente para poder caminar y realizar otras tareas sencillas. En este caso, la estudiante diseñó un mecanismo para iluminar uno tras otro todos los dispositivos de sus compañeros (ver fig. 7f).



Figura 9. Cartel para el 8 Julio 2017.

3.4. Fase 4, julio 2017. Alicante y Toronto.

Fue la fase más festiva en la que pulir detalles y buscar el lugar público donde realizar la última prueba de sincronización entre instalaciones remotas

antes de terminar el curso lectivo en Alicante. El ayuntamiento de Elche accedió a incluirlo como performance para acompañar un concierto de música indie, ubicándolo en el espacio escénico de la nave-teatro de L'Escorxador, antiguo matadero reconvertido en Centro de Cultura Contemporánea (Fig. 9). Mientras tanto, la otra instalación era instalada en el vestíbulo del edificio Reference Library en Toronto el día que allí se celebraba la feria Maker.

Algunas lecciones de esa noche: la esperada, que se consiguió afinar más la integración entre el espacio azaroso de los tableros virtuales en el Max-MSP y una zona acotada detectada por la “Kinect-One” para que se activara la música electroacústica y la iluminación ascendente en el árbol; la inesperada, que los asistentes más jóvenes en ambas localizaciones romperían las reglas del protocolo usando las pantallas de Skype y móviles para comunicarse (la comunicación debía ser exclusivamente virtual, musical y visual mediante pixeles de luz en los dos árboles de Alicante y Toronto).

El proyecto también trabajó la sensación de distancia física y temporal: dos husos horarios y espacios físicos conectados, unos espacios de juego (Max y superficie acotada para Kinect, Fig. 10). En conjunto, se producía la sensación de que uno formaba parte de un ecosistema que a la vez era artificial (los árboles fabricados), natural (los visitantes) y virtual (el juego proyectado en la gran pantalla).

4. Discusión

Muchas preguntas emergen como ejercicio de aprendizaje creativo en arquitectura. Por ejemplo, ¿pueden unos parámetros de inteligencia artificial condicionar cuestiones programáticas o estético-formales para el diseño de componentes de estos universos artificiales-virtuales? Para los que defienden que sí, implica proyectar a partir de partículas y algoritmos basados en condiciones de proximidad. Se trata de una arquitectura que favorece lo procesual, lo versionable, replicable, experienciable, algo difícil de ubicar en el marco de Bolonia donde a menudo se encapsulan aprendizajes de productos acabados y poco transversales.

Por otro lado, en estos asuntos de interés (“matters of concern” latourianos), se experimenta un cierto dibujo de lo contingente (esta vez el término en clave instrumental), una representación del evento y sus tiempos intermedios, y una exposición de los agentes que intervienen. cuando el estudiante se dispone a

relatar lo sucedido (fig. 7, 8f, 10a). De algún modo, este tipo de gráficos son buenos como ejercicios de aprendizaje en arquitectura, pues acaban produciendo formatos comunicativos para describir eventos repletos de inicios, activadores, fases, tránsitos, etc.

Finalmente, otras cuestiones emergen haciendo balance: ¿pueden unos pequeños injertos pseudo-robóticos analógico-digitales servir de enganche emocional y capitalizar la aceptación o comprensión final? Eso parece, como si el diseño atento, sutil, de calidad en el ensamblaje de componentes digitales y reciclados derivase en una captación sutil del interés en el visitante.

En el ejemplo del trabajo del estudiante Daniel Sejas, lo que se acaba instalando es una versión entre muchas tanteadas de naturaleza que florece, madura y envejece (Ver Fig. 8). Cuando uno se acerca a dicha rama artificial florecida, entiende el tiempo de maduración traducido a unos pocos segundos de espera, y se transporta a ciclos de poda, limpieza, cuidado, recogida... en definitiva, a entender la estacionalidad y relación simbiótica de la materia viva.

5. Conclusiones

Cuestionar lo producido y buscar referentes ha servido, por un lado, para entender estrategias basadas en la Inteligencia Artificial, como en el caso de Sommerer y Mignonneau, Philip Beesley, que especulan con lo que se conoce como “sociedades mixtas” de componentes naturales y artificiales, humanos y no humanos, vivos e inertes. Además, el proyecto de “*La vida secreta de los árboles*” tiene mucho que compartir con el proyecto colectivo transnacional “Flora Robotica”, el cual trabaja las relaciones simbióticas de ecologías vegetales-artificiales a partir de asignar roles ponderados y equitativos a robots y plantas (Hamann *et al.*, 2015).

Max/MSP ha resultado un recurso adecuado para Arquitectura entendiendo que sonidos, cromatismos o coordenadas espaciales son susceptibles de convertirse en listas o matrices numéricas en un algoritmo que ayude a configurar un universo gráfico con apariencia de reglas biológicas. En una época en la que no está más allá de nuestra imaginación dibujar música o esculpir luz, parece como si un nuevo espacio de arquitectura hubiera emergido para hacer converger disciplinas distintas en trabajos únicos.

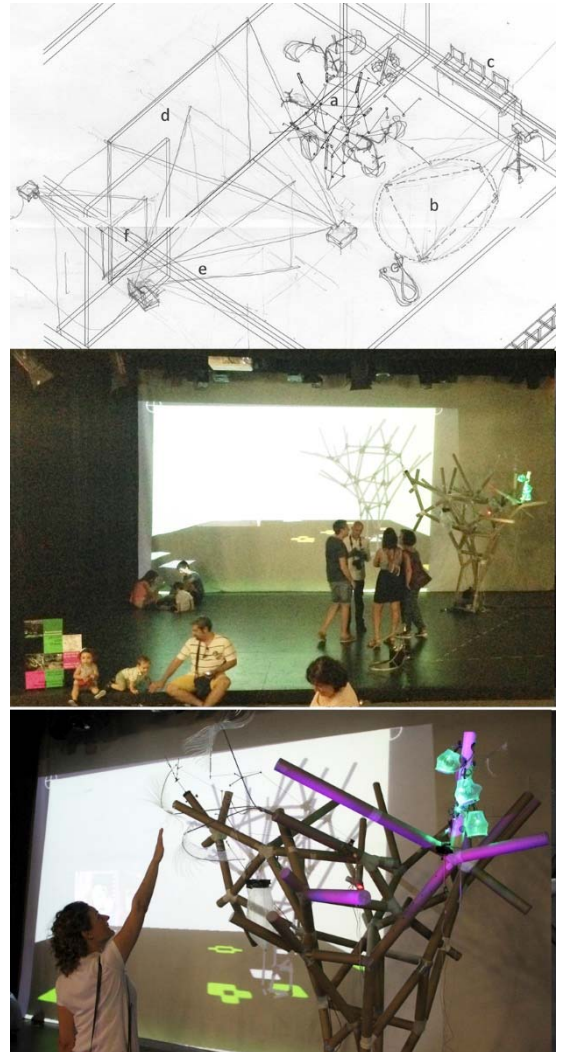


Figura 10. Componentes en Elche: árbol (a); escenario detectado por kinect-one (b); procesadores (c); proyección del Max-MSP con game of life” y árbol digital (d); skype (e-f) (superior); espacio escénico L’Escorxador de Elche, 8 Julio 2017 (centro e inferior).

Algunos objetivos de futuro para el marco de esta investigación son: comprender mejor los sistemas cooperativos, descentralizados, auto-organizados, de comunidades de individuos humanos o no humanos (a); aplicar modos de análisis que refinen esos vínculos de vecindad y de caracterización de patrones de comportamiento de modo que, por ejemplo, se puedan trasvasar conclusiones desde un análisis de la colonias de hormigas en busca de alimento o a otro de vehículos

de transporte en medio de un atasco (b); profundizar en cómo, en esta nueva generación de entornos programables, se controlan a fondo las variables para que el investigador novel pueda crear su propia versión de reglas de juego (c); maximizar los modos de visibilizar lo invisible, en este caso, la comunicación sincrónica entre instalaciones (d); “descajanegrizar” los procesos (e); conseguir que las fórmulas algorítmicas simples sean sustituidas por información compleja y completa de la realidad para la respuesta del sistema resulte verosímil (f).

Reconocimientos

Al Vicerrectorado de Ordenación Académica de la UA, por la ayuda de movilidad para el profesor Mark-David Hosale.

A la entidad pública CCC Escorxador y l'Ajuntament de Elx, por la inclusión de la instalación “La Vida Secreta...” en el programa cultural de las noches de verano de julio de 2017.

Referencias

- Addington, M. (2010) “Architecture of Contingency”. En Ohrstedt & Isaacs. Eds. *Hylozoic Ground. Liminal responsive architecture*. Philip Beesley. Toronto: Riverside Architectural Press.
- Altaíó, V. (2011) “Sistemas vivos”. En: Gen. Cat. Eds. *Christa Sommerer & Laurent Mignonneau*. Barcelona: Actar / Arts Santa Mònica.
- Beesley, P. *et al.* (2010) *Hylozoic Ground. Liminal Responsive Architecture*. Philip Beesley. Ohrstedt & Isaacs (ed.) Toronto: Riverside Architectural Press.
- Gardner, M. (1970) “The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game Life”. Scientific American 223 (October 1970): 120-123. Disponible en: http://ddi.cs.uni-potsdam.de/HyFISCH/Produzieren/lis_projekt/proj_gamelife/ConwayScientificAmerican.htm [Consultado: 06-11-2017].
- Hamann, H. *et al.* (2015) “Flora robotica – Mixed Societies of Symbiotic Robot-Plant Bio-Hybrids” Cape Town: IEEE Symposium on Artificial Life (IEEE ALIFE'15).
- Hartmann, M. (2016) “Carbon transfer through the common mycorrhizal network”. Disponible en: <https://twitter.com/hmicrobiome/status/720880286217547777?lang=es>. [Consultado: 06-11-2017].
- Ingold, T. (2000) *The perception of environment. Essays on livelihood, dwelling and skill*. London: Routledge. Cap 23.
- Mignonneau, L., Sommerer, C. (2005) “Designing emotional, metaphoric, natural and intuitive interfaces for interactive art, edutainment and mobile communications”. Computers & Graphics, 29 (6), pp. 837-851. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009784930500155X>. [Consultado: 06-11-2017].
- Schiff, J. (2011) *Cellular automata: a discrete view of the world*. Hoboken: Wiley-Interscience, p.86
- Serrano, S., Carrasco, J., Morales, F. (2017) “Modelizado del crecimiento de brotes arbustivos o algas mediante agregación limitada por difusión (DLA)”. Revista i2, vol. 5. Disponible en: <https://i2.ua.es/article/view/11080> [Consultado: 01-01-2018].
- Solé, J. (2017) *La inteligencia colectiva*. Disp. en: https://elpais.com/elpais/2016/12/29/opinion/1483009145_955234.html. [Consultado: 06-11-2017].
- Solé, R. (2011) “Complejidad biológica”. En: Gen. Cat. Eds. *Sistemas vivos. Christa Sommerer & Laurent Mignonneau*. Barcelona: Actar / Arts Santa Mònica.
- Witzgall, S. (2011) “El arte como sistema abierto. Complejidad e interacción en el arte desde 1960”. En: Gen. Cat. Eds. *Sistemas vivos. Christa Sommerer & Laurent Mignonneau*. Barcelona: Actar / Arts Santa Mònica.
- Wohlleben, P. (2016) *La Vida Secreta de los Árboles*. Barcelona: Obelisco.

Datos biográficos de los autores

José Carrasco Hortal.

Es doctor arquitecto (UPC, Barcelona, 2002) y profesor del Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos en la Universidad de Alicante. Cofundador de la red “Viceversos socioarquitectónicos” de prácticas docentes compartidas entre áreas de conocimiento diversas, y de los talleres “Common Extra House Lab” para cursos de Proyectos junto con el profesor Antonio Abellán Alarcón. Miembro del grupo de investigación “Proyectos Arquitectónicos: pedagogías críticas, ecologías políticas y prácticas materiales”. Investiga sobre: co-diseño y mediación en arquitectura; interfaces para cartografía pública y bienes comunes; diseño mediante modelos basados en agentes extraídos de las ciencias sociales; biomimesis y naturalezas artificiales; y gráficas de procesos espacio-temporales. jose.carrasco@ua.es

Francesc Morales Menárguez.

Es arquitecto por la Universidad de Alicante (2015) e Ingeniero Agrónomo por la Miguel Hernández de Elche (1998). Colaborador Honorífico en el Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos en la docencia de “La estructura en el Proyecto” (2016-2017). Miembro de la red “Viceversos” para la aplicación de nuevas tecnologías en procesos transmedia. Su investigación se centra en la programación basado en agentes para soluciones adaptativas y el diseño mediante modelos extraídos de las ciencias sociales. Ha sido profesor del taller internacional “Worldmaking and Technoledge” participado por las universidades de Alicante, TuDelft (Netherlands) y York (Canada) (2017).

Salvador Serrano Salazar.

Es arquitecto por la Universidad de Alicante (2013) y Colaborador Honorífico en el Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos en la docencia de “Proyectos Zero” (2014-2015). Fundador del estudio de arquitectura OotroEstudio. Premios recibidos: National Education Award (2013); the Best Practice in the X International Competition of Good Citizen Practices (2014) por la UN; y el 2nd National Prize for Ephemeral Architecture (2016). Su investigación se centra en el análisis de sistemas emergentes complejos, el biodiseño y su aplicación a las estructuras con

herramientas open-source, técnicas de autoproducción y fabricación digital.

Mark-David Hosale.

Es un artista, programador y compositor de música electrónica. Doctor en Media Arts and Technology por la University of California, Santa Barbara. Actualmente es Profesor Asociado en Digital Media en la School of the Arts, Media, Performance y Design, Toronto, Ontario, Canadá. Es fundador de nD::StudioLab, espacio de investigación-creación. Sus trabajos individuales y colectivos se han expuestos internacionalmente en lugares tales como la Biennale de Sidney (2012), Toronto's Nuit Blanche (2012), Art Souterrain, Montréal (2013) y Venice Biennale (2015), entre otros.

Friso Gouwetor.

Es un diseñador, arquitecto y experto en realidad virtual. Graduado por la TU Delft como Master in Architecture, ha trabajado en diseño desde entonces especializado en exposiciones para museos, customización de renderizados y tecnologías de realidad virtual. Además, es profesor en la TU Delft en diseño de Rhino, Revit y Grasshopper, dirigiendo talleres de impresión 3D para escuelas locales. Es miembro del estudio COVR, donde trabaja con clientes para diseñar, programar y crear experiencias VR.